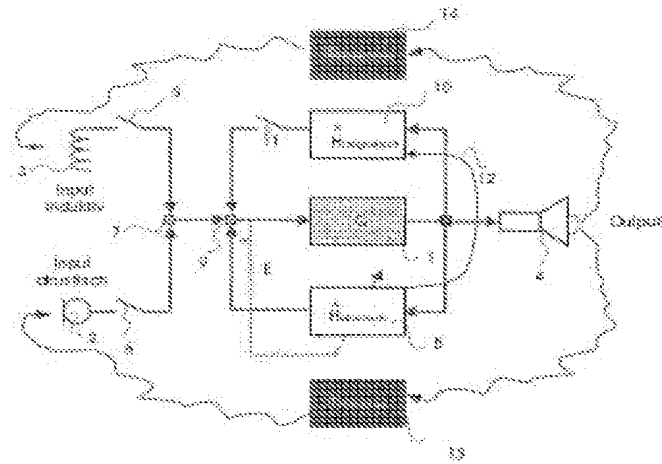


**Abstract of DE 10223544 (C1)**

The amplifier device has an amplifier (1) with an acoustic input and an inductive input and a pair of associated filters (8,10) for compensation of acoustic feedback and inductive feedback respectively. The filter providing acoustic feedback compensation is adaptive and the filter providing feedback compensation when the inductive pick-up system is used is static. A data connection (12) between the filters allows for transmission of filter coefficients. Also included are Independent claims for the following: (a) a hearing aid; (b) an input signal amplification method for a hearing aid





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 102 23 544 C 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 04 R 25/00  
H 03 F 1/08

21 Aktenzeichen: 102 23 544.9-35  
22 Anmeldetag: 27. 5. 2002  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 24. 7. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Siemens Audiologische Technik GmbH, 91058  
Erlangen, DE

74 Vertreter:  
Berg, P., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 80339 München

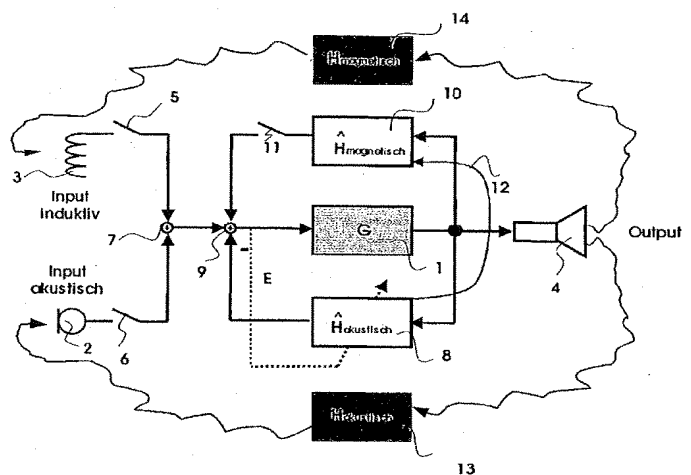
72 Erfinder:  
Beimel, Bernd, 91054 Erlangen, DE; Weidner, Tom,  
90461 Nürnberg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 197 12 236 C1  
DE 198 54 201 A1  
EP 11 19 218 A1

54 Vorrichtung und Verfahren zur Feedbackreduktion bei Hörsystemen

57 Die Feedbackreduktion bei Hörgeräten soll vereinfacht und verbessert werden. Dazu wird eine Verstärkervorrichtung vorgeschlagen, die neben einer Verstärkereinrichtung (1), welche einen akustischen und einen induktiven Eingang aufweist, zwei getrennte Kompensationspfade aufweist. In dem ersten Kompensationspfad wird eine erste Filtereinrichtung (8) zur Kompensation einer akustischen Rückkopplung und in dem zweiten Kompensationspfad wirkt eine zweite Filtereinrichtung (10) zur Kompensation einer induktiven Rückkopplung. Durch diese Aufteilung können die beiden sehr verschiedenen Rückkopplungen individuell ohne größeren Aufwand kompensiert werden.



DE 102 23 544 C 1

DE 102 23 544 C 1

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Verstärkervorrichtung für Hörgeräte mit einer Verstärkungseinrichtung, die einen akustischen und einen induktiven Eingang aufweist, und einer Filtereinrichtung, die an die Verstärkungseinrichtung angeschlossen ist, zur Kompensation einer akustischen Rückkopplung durch Adaption an die akustische Rückkopplung. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein Hörgerät mit einer derartigen Verstärkervorrichtung. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein entsprechendes Verfahren zum Verstärken von Eingangssignalen eines Hörgeräts.

**[0002]** Bei einem Hörgerät werden akustische Eingangssignale über ein Mikrofon aufgenommen, in einer Verstärkervorrichtung verstärkt und die verstärkten Signale einem Lautsprecher zugeführt. Der vom Lautsprecher abgestrahlte Schall wird teilweise zu dem Mikrofon rückgekoppelt, wodurch es zu deutlich wahrnehmbaren Störungen kommt.

**[0003]** Neben dem Mikrofon und dem Lautsprecher weist ein Hörgerät vielfach auch eine sogenannte Telespule zur induktiven Einkopplung von Hörsignalen beispielsweise von einem Telefon auf. Da der Lautsprecher nach dem elektromagnetischen Prinzip arbeitet, kommt es in der Regel zu einer magnetischen Rückkopplung von dem Magneten des Lautsprechers zur Telespule.

**[0004]** Bei Mischbetrieb wird das Mikrofon und die Telespule gleichzeitig betrieben und es liegen mehrere Eingangssignale vor. Dementsprechend kommt es im Mischbetrieb auch zu mehreren Rückkopplungs- beziehungsweise Feedbackpfaden.

**[0005]** Aus der Europäischen Patentanmeldung EP 1 119 218 A1 ist in diesem Zusammenhang eine Vorrichtung zur elektromagnetischen Feedbackreduktion bei Kommunikationsgeräten bekannt. Dabei wird ein digitales Filter dazu verwendet, die kombinierte Impulsantwort der Komponenten D/A-Wandler, Lautsprecher, elektromagnetischer Rückkopplungspfad, Aufnahmespule und A/D-Wandler zu simulieren. Die Koeffizienten des digitalen Filters werden gemäß einem ausgewählten Rückkopplungsschätzalgorithmus eingestellt oder gesetzt.

**[0006]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Feedbackreduktion bei Hörgeräten zu verbessern und zu vereinfachen.

**[0007]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Verstärkervorrichtung für Hörgeräte mit einer Verstärkungseinrichtung, die einen akustischen und einen induktiven Eingang aufweist, und einer ersten Filtereinrichtung, die an die Verstärkungseinrichtung angeschlossen ist, zur Kompensation einer akustischen Rückkopplung sowie einer zweiten Filtereinrichtung, die an die Verstärkungseinrichtung angeschlossen ist und die von der ersten Filtereinrichtung verschieden ist, zur Kompensation einer induktiven Rückkopplung.

**[0008]** Darüber hinaus wird die oben genannte Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Verstärken von Eingangssignalen für ein Hörgerät durch Bereitstellen eines akustischen und induktiven Eingangssignals und Kompensieren einer akustischen Rückkopplung durch eine erste Filtereinrichtung, sowie Kompensieren einer induktiven Rückkopplung durch eine zweite Filtereinrichtung. Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Hörgerät gemäß Anspruch 10.

**[0009]** Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, mehrere Rückkopplungs- beziehungsweise Feedbackpfade über mehrere Kompensationspfade zu kompensieren. Bisherige Feedbackreduktionsverfahren bei Hörgeräten arbeiten nur mit einem internen Kompensationspfad. Bei diesen Verfahren wird stets nur von einem Feedbackpfad ausgegangen.

Daher wurden Ansätze oder Verfahren, die sich mit der gleichzeitigen Kompensation (Feedbackreduktion) bei mehreren, gleichzeitig aktiven Feedbackpfaden, wobei einer davon auch nicht akustisch sein kann, mittels mehrerer Kompensationspfade beschäftigen, bislang nicht verfolgt beziehungsweise vorgestellt.

**[0010]** Mit der vorliegenden Erfindung ist es möglich, auf mehrere Feedbackpfade mit eventuell unterschiedlichen Eingangssignalen adäquat zu reagieren. Erfindungsgemäß ist eine getrennte Feedbackkompensation oder -reduktion für die verschiedenen Pfade vorgesehen. Speziell das Problem bei Betrieb der Telespule kann somit durch ein eigenes Kompensationsfilter gut gelöst werden. Insbesondere kann eine induktive Rückkopplung durch ein statisches Filter und eine akustische Rückkopplung durch ein adaptives Filter kompensiert werden.

**[0011]** In vorteilhafter Weise können durch die Kompensation der magnetischen Rückkopplung die relativ teuren und aufwändigen Hörekapselungen entfallen beziehungsweise die Anordnung der Telespule wäre weniger Einschränkungen unterworfen. Darüber hinaus ist es erfindungsgemäß möglich, den Telespulenpfad mit einem vorhandenen adaptiven Kompensationsfilter nachzubilden, anschließend dessen Koeffizienten auszulesen und diese dann als Voreinstellung für ein zweites statisches bis langsam adaptierendes Kompensationsfilter zu verwenden. Somit bleibt der eigentliche adaptive Kompensator nahezu völlig frei für einen anderen vorzugsweise akustischen Pfad. Somit werden mehrere, meist unabhängige Feedbackpfade, besonders unter Berücksichtigung von nicht akustischen Pfaden bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung und bei dem erfindungsgemäßen Verfahren analysiert und zur Kompensation verwendet.

**[0012]** Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert, die ein Prinzipschaltbild der erfindungsgemäßen Verstärkervorrichtung zeigt.

**[0013]** Das nachfolgende Ausführungsbeispiel stellt eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar.

**[0014]** Ein Verstärker 1 ist zwischen ein Mikrofon 2 und eine Telespule beziehungsweise Telefonspule 3 einerseits sowie einen Lautsprecher 4 andererseits geschaltet. Damit verfügt das Hörgerät über einen induktiven und einen akustischen Input bzw. Eingang. Akustische und magnetische Ausgangssignale beziehungsweise Output werden durch den Lautsprecher 4 erzeugt.

**[0015]** Durch einen ersten Schalter 5 kann die Telespule 3 von dem Verstärker 1 abgeschaltet werden. In gleicher Weise kann das Mikrofon 2 durch einen zweiten Schalter 6 von dem Verstärker 1 abgetrennt werden. Die Signale der Telespule 3 und des Mikrofons 2 werden in einem Addierer 7 zusammengeführt und zu dem Verstärker 1 geleitet. Alternativ können die Signale auch separat verstärkt und anschließend addiert werden.

**[0016]** Das Ausgangssignal des Verstärkers 1 wird über ein adaptives Filter 8 an dessen Eingang zurückgekoppelt. In einem Addierer 9 wird das Rückkopplungssignal des adaptiven Filters 8 von dem Summensignal des Addierers 7 subtrahiert. Das adaptive Filter 8 wird laufend anhand des Summensignals E des Addierers 9 an die akustischen Umgebungsbedingungen adaptiert.

**[0017]** Das Ausgangssignal des Verstärkers 1 ist weiterhin über ein statisches Filter 10 an dessen Eingang zurückgekoppelt. Auch dieses Rückkopplungssignal wird in dem Addierer 9 von dem Summensignal des Addierers 7 subtrahiert. Ein dritter Schalter 11 ermöglicht das Auftrennen des Rückkopplungspfades des statischen Filters 10.

[0018] Für das Setzen beziehungsweise Einstellen der Filterkoeffizienten im zweiten statischen Filter **10** besteht zu dem adaptiven Filter **8** eine Datenverbindung **12**.

[0019] Von dem Lautsprecher **4** wird Schall abgestrahlt und über einen akustischen Rückkopplungspfad **13**, der die Übertragungsfunktion  $H_{\text{akustisch}}$  aufweist, zu dem Mikrofon **2** zurückgekoppelt. In gleicher Weise wird ein vom Lautsprecher **4** abgestrahltes Magnetfeld über einen magnetischen Rückkopplungspfad **14**, der die Übertragungsfunktion  $H_{\text{magnetisch}}$  besitzt, zu der Telespule **3** zurückgekoppelt. Durch die Adaption besitzt das adaptive Filter **8** eine Übertragungsfunktion  $\hat{H}_{\text{akustisch}}$  und das statische Filter **10** eine Übertragungsfunktion  $\hat{H}_{\text{magnetisch}}$ , so dass beide Rückkopplungssignale über den akustischen Pfad **13** und den magnetischen Pfad **14** in geeigneter Weise kompensiert werden können.

[0020] Der Grund für die Verwendung eines adaptiven Filters **8** und eines einfachen statischen Filters **10** liegt darin, dass das zweite statische Filter **10** deutlich weniger aufwändig gestaltet werden kann, da der magnetische Rückkopplungspfad weniger dynamisch als der akustische Rückkopplungspfad ist. Die magnetische Rückkopplung ist in der Regel konstant, während sich die akustische Rückkopplung allein dadurch verändern lässt, dass der Höreräteträger seine Hand an das Ohr legt. Daher ist es günstig, zwischen dem magnetischen und dem akustischen Rückkopplungspfad zu unterscheiden und für beide unterschiedlich aufwändige Filter zu verwenden.

[0021] Darüber hinaus besteht zwischen der akustischen und der magnetischen Rückkopplung ein Laufzeitunterschied, der bei der Filterkompensation zu berücksichtigen ist. Ferner besitzt die akustische Rückkopplung ihren Schwerpunkt in einem höheren Frequenzbereich als die magnetische Rückkopplung. Auch aus diesem Grund ist es angebracht, für beide Rückkopplungen unterschiedliche Kompensationspfade zu verwenden. Ein einziges Filter für beide Kompensationen wäre deutlich aufwändiger als jedes einzelne der beschriebenen Filter **8** und **10**.

[0022] Es ist zwar möglich, für beide Filter **8** und **10** jeweils ein adaptives Filter zu verwenden, aber aufgrund der geringen Dynamik im magnetischen Rückkopplungspfad genügt zur Kompensation der magnetischen Rückkopplung ein statisches Filter.

[0023] Im Folgenden wird das Einstellen beziehungsweise Setzen der Filterkoeffizienten näher dargestellt. Das Filtersystem weist, wie dargestellt, mindestens ein Mikrofon **2**, eine Telespule **3**, einen Verstärker **1** und einen Hörer beziehungsweise Lautsprecher **4** auf. Weiterhin ist mindestens ein adaptives Feedbackkompensationsfilter **8** und ein adaptives oder statisches Feedbackkompensationsfilter **10** vorhanden. Bei der Fertigung des Geräts oder bei der Anpassung wird auf Telefonspulenbetrieb geschaltet und alle anderen Signaleingänge werden abgeschaltet. Hierzu werden der zweite Schalter **6** und der dritte Schalter **11** geöffnet und der erste Schalter **5** geschlossen. Das adaptive Filter **8** ist somit nur mit dem magnetischen Pfad **14** konfrontiert. Zur Einstellung wird nun die Verstärkung des Verstärkers **1** erhöht, bis das Gerät koppelt oder sich kurz vor der Kopplung befindet. Daraufhin wird das adaptive Feedbackkompensationsfilter **8** aktiviert, bis es die Kopplung unterdrückt hat. Damit wird die Adaption gestoppt und die Koeffizienten werden entweder geräteintern oder mittels einer Übertragung zu oder von einem Anpasscomputer als Voreinstellungen für das zweite im Hörgerät befindliche Feedbackkompensationsfilter **10** abgespeichert. Dieses kann – wie bereits erwähnt – ebenfalls adaptiv sein. Wenn nun während des normalen Betriebs auf Telefonspule umgeschaltet wird, wird das zweite, nun optimal voreingestellte Kompensationsfilter **10** aktiviert. Damit wird der magnetische Feedbackpfad wirkungsvoll kompensiert und das eigentliche adaptive System kann uneingeschränkt für den akustischen Feedbackpfad verwendet werden.

[0024] Die Adaption des adaptiven Filters **8** an den akustischen Rückkopplungspfad **13** erfolgt während des Mikrophonbetriebs kontinuierlich. Hierzu werden die Schalter **5** und **11** geöffnet, während der Schalter **6** geschlossen ist.

[0025] Im Mischbetrieb, d. h. bei Betrieb des Mikrofons **2** und der Telespule **3** zur Aufnahme von Eingangssignalen werden sämtliche Schalter **5**, **6** und **11** geschlossen. In diesem Zustand kompensiert das adaptive Filter **8** den akustischen Rückkopplungspfad **13** und das statische Filter **10** den magnetischen Rückkopplungspfad **14**.

#### Patentansprüche

1. Verstärkervorrichtung für Hörgeräte mit einer Verstärkungseinrichtung (**1**), die einen akustischen und einen induktiven Eingang aufweist, und einer ersten Filtereinrichtung (**8**), die an die Verstärkungseinrichtung (**1**) angeschlossen ist, zur Kompensation einer akustischen Rückkopplung, **gekennzeichnet durch** eine zweite Filtereinrichtung (**10**), die an die Verstärkungseinrichtung (**1**) angeschlossen ist und die von der ersten Filtereinrichtung (**8**) verschieden ist, zur Kompensation einer induktiven Rückkopplung.
2. Verstärkervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die erste Filtereinrichtung (**8**) adaptiv und die zweite Filtereinrichtung (**10**) statisch ist.
3. Verstärkervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, die eine Datenverbindung (**12**) zwischen der ersten Filtereinrichtung (**8**) und der zweiten Filtereinrichtung (**10**) zur Übertragung von Filterkoeffizienten aufweist.
4. Verstärkervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die beiden Filtereinrichtungen (**8**, **10**) für unterschiedliche Frequenzbereiche ausgelegt sind.
5. Verstärkervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die erste Filtereinrichtung (**8**) in einem ersten Rückkopplungspfad der Verstärkungseinrichtung (**1**) angeordnet ist.
6. Verstärkervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die zweite Filtereinrichtung (**10**) in einem zweiten Rückkopplungspfad der Verstärkungseinrichtung (**1**) angeordnet ist.
7. Verstärkervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, die eine erste Schalteinrichtung (**5**) an dem induktiven Eingang zum Anschließen an oder Abtrennen von einer induktiven Eingangseinrichtung (**3**) aufweist.
8. Verstärkervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, die eine zweite Schalteinrichtung (**6**) an dem akustischen Eingang zum Anschließen an oder Abtrennen von einer akustischen Eingangseinrichtung (**2**) aufweist.
9. Verstärkervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, die eine dritte Schalteinrichtung (**11**) an der zweiten Filtereinrichtung (**10**) zum Abschalten der zweiten Filtereinrichtung (**10**) aufweist.
10. Hörgerät mit einer Verstärkervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, die zwischen einen induktiven und einen akustischen Aufnehmer (**2**, **3**) einerseits und einen Lautsprecher (**4**) andererseits geschaltet ist.
11. Hörgerät nach Anspruch 10, das einen akustischen Rückkopplungspfad zwischen dem Lautsprecher (**4**) und dem akustischen Aufnehmer (**2**) aufweist.
12. Hörgerät nach Anspruch 10 oder 11, das einen ma-

gnetischen Rückkopplungspfad von dem Lautsprecher (4) zu dem induktiven Aufnehmer (3) aufweist.

13. Verfahren zum Verstärken von Eingangssignalen für ein Hörgerät durch Bereitstellen eines akustischen und induktiven Eingangssignals und Kompensieren einer akustischen Rückkopplung durch eine erste Filtereinrichtung (8), gekennzeichnet durch

Kompensieren einer induktiven Rückkopplung durch eine zweite Filtereinrichtung (10).

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das Kompensieren durch die erste Filtereinrichtung (8) durch Adaption an die akustische Rückkopplung adaptiv und das Kompensieren durch die zweite Filtereinrichtung (10) statisch erfolgt.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, wobei vor dem Kompensieren durch die erste Filtereinrichtung Filterkoeffizienten ermittelt und zum Konfigurieren der zweiten Filtereinrichtung die Filterkoeffizienten von der ersten Filtereinrichtung (8) zu der zweiten Filtereinrichtung (10) übertragen werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei die beiden Filtereinrichtungen (8, 10) in unterschiedlichen Frequenzbereichen die Rückkopplungen kompensieren.

17. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, wobei das Kompensieren der akustischen Rückkopplung in einem ersten Rückkopplungspfad der Verstärkungseinrichtung (1) erfolgt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei das statische Kompensieren der induktiven Rückkopplung in einem zweiten Rückkopplungspfad der Verstärkungseinrichtung (1) erfolgt.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei zur Adaption der ersten Filtereinrichtung (8) das induktive Eingangssignal und der zweite Rückkopplungspfad abgeschaltet werden.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, wobei zur Einstellung der zweiten statischen Filtereinrichtung (10) das akustische Eingangssignal und der zweite Rückkopplungspfad abgeschaltet werden.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65

- Leerseite -

